10.22092/spij.2019.120200.1024

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۴، شماره ۴، سال ۱۳۹۷

برآورد وراثت پذیری و کنترل ژنتیکی صفات مهم لاین‌های اینبرد خیار گلخانه‌ای

Estimation of Heritability and Genetic Control of Important Traits in Greenhouse Cucumber Inbred Lines

مهرداد کیانی[۱]، مریم گل‌آبادی[۲] و عبدالرضا اقتداری[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۳- مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۴   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۸

چکیده

کیانی، م.، گل‌آبادی، م.، و اقتداری، ع. ۱۳۹۷. برآورد وراثت پذیری و کنترل ژنتیکی صفات مهم لاین‌های اینبرد خیار گلخانه‌ای. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۴:** ۴۶۹-۴۴۷.

این پژوهش با هدف برآورد وراثت‌پذیری، قدرت ترکیب‌پذیری و کنترل ژنتیکی صفات مهم در لاین‌های اینبرد خیار گلخانه‌ای طی دوسال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. مواد ژنتیکی این آزمایش شامل ۵۲ هیبرید بود که از مجموع ۱۰ لاین نر و ۲۷ لاین ماده بدست آمد و در قالب دو آزمایش مجزا بررسی شد. آزمایش‌ها به‌صورت طرح I کارولینای شمالی بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که والدهای نر ۱، ۲ و ۱۳ سبب افزایش در صفات رویشی در هر دو آزمایش شدند. برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات رویشی حاکی از پایین بودن واریانس افزایشی و توارث‌پذیری خصوصی بود. بیشترین تعداد کل میوه در آزمایش اول در والد نر ۷ بدست آمد. همچنین از نظر صفات مرتبط با عملکرد، لاین‌های نر ۷ و ۱۵ سبب افزایش عملکرد میوه شدند. آزمایش دوم نشان داد که طول دوره میوه‌دهی در والد نر ۱۰ و تعداد میوه در گره در والد نر ۳ بیشترین مقدار بودند. از نظر سایر صفات زایشی تفاوتی مشاهده نشد. برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد در بسیاری از صفات مرتبط با میوه از قبیل قطر میوه، سفتی بافت میوه، تعداد و عملکرد میوه واریانس افزایشی و توارث‌پذیری خصوصی بالاست و امکان انتخاب موفقیت‌آمیز بر اساس این صفات وجود دارد. در بین لاین‌های نر مورد مطالعه، لاین‌های ۱۵، ۱۳، ۷ و ۲۴ سبب افزایش بیشتر در صفات مربوط به میوه و عملکرد میوه شدند.

واژه‌های کلیدی: خیار، وراثت‌پذیری عمومی، وراثت‌پذیری خصوصی، واریانس افزایشی، عملکرد میوه.

نگارنده مسئول: mr.golabadi@gmail.com   تلفن: ۰۳۱۳۵۰۰۲۷۰۸

مقدمه

خیار (.Cucumis sativus L) از تیره کدوئیان یکی از سبزی‌های میوه‌ای است که هم برای مصرف تازه‌خوری وهم برای مصارف فرآوری (خیار شور و ترشی) کشت می‌شود (Arshi, 2000). ایران جزو معدود کشورهای دنیاست که خیار به‌عنوان یک میوه رومیزی نیز مصرف می‌شود و بنابراین خصوصیات کیفی آن بسیار موردتوجه است که این امر نیاز به اجرای برنامه‌های به‌نژادی خیار را چندین برابر می‌کند (Aliabadi *et al.,* 2012).

مهم‌ترین اهداف به‌نژادی در خیار مقاومت به آفات و بیماری‌ها، کیفیت میوه و عملکرد است. به علاوه، اهداف به‌نژادی نظیر میوه‌بندی در شرایط نامناسب حرارتی، شکل میوه، سفتی بافت میوه و براق بودن سطح پوست از دیگر اهداف مهم در برنامه‌های به‌نژادی خیار می‌باشد (Horejsi and Staub, 1999).

علی‌آبادی و همکاران (Aliabadi *et al.,* 2012) در بررسی وراثت‌پذیری صفات مؤثر در طعم میوه و معرفی بهترین شاخص برای بهبود آن، ۱۵ ژنوتیپ بومی خیار را به‌عنوان والدین در قالب طرح ژنتیکی کارولینای شمالی دو (NCD II) مورد مطالعه قرار داده و گزارش کردند که در اکثر صفات دخالت اندک واریانس افزایشی مشاهده شد. این محققان همچنین گزارش کردند که وراثت‌پذیری عمومی برای اکثر صفات بالا بود که نشان دهنده تنوع ژنتیکی زیاد این صفات در ژرم‌پلاسم مورد استفاده بود.

در مطالعه‌ای دیگر به منظور برآورد قدرت ترکیب‌پذیری عمومی برای صفت سفتی بافت میوه خیار، تلاقی بین پنج مونوایشز غیر پارتنوکارپ (والد نر) و چهار اینبرد لاین ژینوایشز پارتنوکارپ (والد ماده) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که سهم واریانس افزایشی برای صفت سفتی بافت میوه زیاد بود. با این وجود، مقداری غالبیت برای این صفت در نسل F1 مشاهده گردید که از ارزش والدین تجاوز کرد. وراثت‌پذیری سفتی بافت میوه درمزوکارپ شامل اثرهای افزایشی بدون اثرهای مادری بود (Cook *et al.,* 1994).

کومار و همکاران (Kumar *et al.,* 2018) در بررسی قدرت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی ۱۶ لاین و سه تستر در خیار توانستند سه لاین با بالاترین قدرت ترکیب پذیری عمومی و چهار هیبرید با بالاترین قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی را معرفی نمایند. همچنین این محققان فوق غالبیت را برای عملکرد بالا در همه هیبریدهای هتروتیک مشاهده نمودند.

ان و همکاران (Ene *et al.,* 2018) با استفاده از چهار لاین والدی و شش هیبرید حاصل از آنها قدرت ترکیب پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را برای همه صفات مورد بررسی در خیار گزارش کردند و مشخص نمودند که اثر افزایشی و غیر افزایشی در بروز ژن‌ها برای کلیه صفات دخالت داشت. آنها

همچنین دو لاین و دو هیبرید برتر را نیز معرفی کردند.

مرادی‌پور و همکاران (Moradipour *et al.,* 2017) با مطالعه هفت لاین خالص خیار و نتاج حاصل از تلاقی آنها بهترین لاین‌ها و هیبریدها را با بالاترین قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات مرتبط با عملکرد معرفی کردند. کومار و همکاران (Kumar *et al.,* 2017) با تحقیق بر روی چندین لاین و تستر و هیبریدهای حاصل از آنها در خیار به وجود اثر فوق غالبیت در اغلب هیبریدها پی بردند. آثار غیر افزایشی برای بروز ژن‌ها نشان دهنده اهمیت هتروزیس در ایجاد هیبریدهای پارتنوکارپ با عملکرد بالا در خیار است. در تحقیقی دیگر بر روی گوجه فرنگی اثرهای افزایشی و غیر افزایشی در اغلب صفات مورد مطالعه مشاهده شد و پنج هیبرید برتر و دو لاین با خصوصیات مشخص از جمله زودرسی شناسایی شدند (Farzaneh *et al.,* 2013).

بررسی ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و هتروزیس تعدادی از لاین‌های خیار برای کیفیت میوه از طریق تلاقی دی‌آلل ناقص ۶×۶ نشان داد که اختلاف زیادی در نسل F1 و نیز مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی وجود داشت (Olfati *et al.,* 2012). میزان ترکیب‌پذیری خصوصی صفت اندازه حفره بذر، از ترکیب‌پذیری عمومی آن‌ها بیشتر بود که نشان‌دهنده عمل توأم افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها است. مشخص شد که شکل میوه و ظاهر کلی میوه با توجه به ترکیب‌پذیری عمومی بالا توسط عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود (Olfati *et al.,* 2012).

بررسی میزان وراثت‌پذیری صفات مربوط به کیفیت میوه خیار با استفاده از طرح‌های کارولینای شمالی نشان داد که میزان وراثت‌پذیری صفات مربوط به کیفیت خیار بین صفر تا ۰/۳۰ متغیر بود (Strefeler and Wehner, 1986). همچنین در مطالعه‌ای از تلاقی‌های دی‌آلل کامل برای بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی پنج لاین خیار استفاده شد که نتایج اختلاف معنی‌داری بین تلاقی‌های لاین‌های موردمطالعه خیار از نظر کلیه صفات مورد بررسی نشان داد (Wahid *et al.,* 2003). همچنین مشخص شده است که ضخامت گوشت بصورت افزایشی و غیرافزایشی کنترل می‌شود (Kanobdee *et al.*, 1990).

برای اصلاح واریته‌های پر محصول خیار، نیاز به اطلاعات جامعی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و همچنین ترکیب‌پذیری صفات مطلوب آن‌ها می‌باشد. ترکیب‌پذیری در روش‌های به‌نژادی جوامع گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌خصوص آنکه مطالعه دقیق ترکیب‌پذیری می‌تواند در رابطه با انتخاب روش‌های به‌نژادی لاین‌ها در ترکیبات هیبریدی مفید واقع شود (Haji-Pourbagheri *et al.,* 2005).

برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری به به‌نژادگران کمک می‌کند تا در مورد برنامه‌های به‌نژادی و راهبردهای گزینش ژنوتیپ‌ها تصمیم‌گیری کنند (dela Vega and Chapman, 2006). از طرف دیگر با تعیین قدرت ترکیب‌پذیری می‌توان لاین‌های مطلوب برای تولید هیبرید را شناسایی و حجم لاین‌ها را کاهش داد. همچنین با استفاده از قدرت ترکیب‌پذیری امکان برآورد اثر افزایشی و غالبیت ژن‌ها بوجود می‌آید و در نتیجه وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی قابل محاسبه می‌شود.

بنابراین، این پژوهش با هدف مقایسه لاین‌های به‌نژادی خیار ازنظر قدرت ترکیب‌پذیری،انتخاب بهترین لاین‌ها برای تولید هیبرید، برآورد میزان وراثت‌پذیری صفات مختلف و نحوه کنترل ژنتیکی آنها و تعیین بهترین صفات در انتخاب هیبریدها برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر و گزینش بهتر لاین‌ها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی موردمطالعه در این آزمایش شامل ۵۲ هیبرید خیار گلخانه‌ای بود که از مجموع ۱۰ لاین نر و ۲۷ لاین ماده خیار بدست آمد. لاین‌های مذکور در مرکز تحقیقات بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان تولید شدند. به منظور تلاقی بین والدین نر و ماده، ابتدا از هر والد تعداد ۱۰ بوته به‌صورت ردیفی کشت شد و سپس در والدین نر با استفاده از اسیدجیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام در مرحله چهار برگی، سه بار با فاصله یک هفته، القای گل نر انجام شد و بعد از باز شدن گل نر، تلاقی با گل‌های ماده در بوته‌های مادری انجام شد و در فاصله ۴۵-۵۰ روز پس از تلاقی، میوه‌های رسیده برداشت و بذر آن‌ها استخراج گردید.

در فصل بعد (کشت بهاره)، بذرهای هر تلاقی به تعداد هشت بوته در هر تکرار بطور مستقیم در خاک کشت شد. در این آزمایش فاصله‌ی بین بوته ها ۴۰ سانتی‌متر و فاصله ی بین ردیف‌های کاشت ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دمای گلخانه در روز بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در شب ۱۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد و درصد رطوبت گلخانه حدود ۶۰ درصد ثبت شد. آبیاری بصورت قطره‌ای و هر ۲-۳ روز یکبار انجام شد.

در این پژوهش دو طرح مجزای کارولینای شمالی I اجرا شد. به منظوراجرای این طرح که در آن هر والد نر با والدهای ماده متفاوت تلاقی داده می‌شود و از آنجاییکه والدین بر اساس خصوصیات تکمیل کنندگی با یکدیگر تلاقی داده شدند، بنابراین در آزمایش اول هفت والد نر با ۲۴ والد ماده و در آزمایش دوم هفت والد نر با ۲۵ والد ماده تلاقی یافتند که مجموعاً ۵۲ هیبرید حاصل شد و برخی از والدین در دو آزمایش انجام شده مشترک بودند. از طرف دیگر به دلیل اینکه برخی از والدین خصوصیات مشابه داشتند، امکان اجرای کلیه تلاقی‌ها در یک طرح کارولینای شمالی

وجود نداشت و تلاقی‌ها در دو آزمایش مجزا قرار گرفتند. شماره و ترکیب لاین‌های نر و ماده مورد مطالعه در این دو آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار پیاده شد. طرح کارولینای شمالی I یکی از طرح‌های ژنتیکی بکار رفته برای برآورد واریانس افزایشی و غالبیت است (Acquaah, 2012) و با استفاده از مقایسه انجام شده بین والدین نر، می‌توان برآوردی از قدرت ترکیب‌پذیری این لاین‌ها با لاین‌های مادری برای صفات مختلف بدست آمد.

صفات مورد بررسی

در این آزمایش، صفات تعداد روز تا گلدهی و میوه‌دهی، طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه‌ی اصلی، طول و قطر میوه، سفتی بافت میوه، عملکرد کل، عملکرد به ازای هر برداشت و تعداد کل میوه اندازه‌گیری شدند. صفت تعداد روز تا گلدهی و میوه‌دهی بر اساس شمارش تعداد روز از زمان کاشت تا مشاهده اولین گل ماده باز (تعداد روز تا گلدهی) و برداشت اولین میوه (تعداد روز تا میوه‌دهی) محاسبه شد. اولین گره گل‌دار از طریق شمارش تعداد گره‌ها تا ظهور اولین گل ماده در گره در هر بوته مورد شمارش قرار گرفت.

طول و عرض برگ با استفاده از خط‌کش و به‌ترتیب در طویل‌ترین و عریض‌ترین بخش برگ در سه برگ تصادفی در گره‌های ۲۰ تا ۲۵ اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته بر اساس فاصله بین سطح زمین تا انتهای شاخه اصلی در زمانی‌که هنوز بوته‌ها به سیم نرسیده بودند و در یک روز برای همه ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. قطر ساقه‌ی اصلی با استفاده از کولیس دیجیتال و در نواحی گره‌های ۲۰–۲۵ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

به منظور کاهش خطای آزمایش، صفت طول و قطر هشت میوه در هر هیبرید در برداشت‌های مختلف با استفاده از کولیس دیجیتال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و سپس میانگین گرفته شد. همچنین سفتی بافت میوه خیار پس از برداشت و با استفاده از دستگاه سفتی سنج بافت (Penetrometer) اندازه‌گیری شد.

عملکرد کل میوه و عملکرد به ازای هر برداشت بر اساس مقدار محصول در طول فصل برداشت به ازای هر هیبرید بدست آمد. به عبارت دیگر، با توزین مقدار محصول هر رقم در طول فصل برداشت (در برداشت‌های مختلف بصورت روزانه) میزان عملکرد کل بدست آمد. از تقسیم عملکرد کل به تعداد برداشت‌ها، میانگین عملکرد به ازای هر برداشت محاسبه گردید. تعداد کل میوه نیز از شمارش مجموع میوه‌های برداشت شده در هشت بوته در زمان‌های مختلف برداشت بدست آمد و سپس میانگین‌گیری شد.

جدول ۱- تلاقی‌های انجام شده در بین لاین‌های اینبرد نر و ماده مورد مطالعه در آزمایش اول و دوم

Table 1. Crossings performed between male and female inbred lines in the first and second experiments

		Male lines لاین‌های نر						
		1	2	5	7	10	13	15
آزمایش اول First experiment	لاین‌های ماده Female lines	5, 8, 9, 10	3, 4, 12, 13	14, 15, 20, 23	17, 24, 25	1, 2, 7, 11	6, 16, 18.1, 19.1	18.2, 21, 22
		Male lines لاین‌های نر						
		1	2	3	4	10	13	24
آزمایش دوم Second xperiment	لاین‌های ماده Female lines	9, 10, 17, 18	12, 18.1, 19.2	2, 7, 11, 14	15, 20, 21, 23	4, 6, 13	16, 22, 24, 25	1, 3, 5, 8

* اعداد ارایه شده در جدول نشان دهنده شماره لاین‌های مورد استفاده در تلاقی‌ها است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های بدست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. سپس بر اساس امید ریاضی جداول تجزیه واریانس(جداول ۲ و ۷)، وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی، واریانس افزایشی، غالبیت و درجه غالبیت بر اساس فرمول‌های زیر برآورد گردید.

$$\sigma^2 w = M_1 = ½V_A + ¾V_D + V_E$$

$$\sigma^2 m = \frac{M_1 - M_2}{rf} = ¼V_A$$

$$r\sigma^2 mf = \frac{M_2 - M_3}{r} = ¼V_A + ¼V_D$$

$$h_b^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2}$$

$$\bar{\alpha} = \sqrt{\frac{2\sigma_D^2}{\sigma_A^2}}$$

$$h_N^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_e^2}$$

در رابطه‌های بالا V_D(σ^2_D) برابر با واریانس غالبیت، V_A(σ^2_A) برابر با واریانس افزایشی، V_E (σ^2_e) برابر با واریانس محیطی، σ^2_G برابر با واریانس ژنتیکی، σ^2_m برابر با واریانس بین نرها، σ^2_{mf} برابر با واریانس ماده درون نرها، h^2_N برابر با وراثت پذیری خصوصی، h^2_b برابر با وراثت‌پذیری عمومی و α برابر با درجه‌ی غالبیت می‌باشند (Kearsey and Pooni, 1996; Mather and Jinks, 1982).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات رویشی

تجزیه واریانس داده‌ها برای برخی صفات رویشی در آزمایش اول نشان داد که بین والدهای نر به‌نژادی خیار تنها از نظر صفات ارتفاع بوته، طول میانگره و روز تا گلدهی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). بین والدهای نر، بیشترین ارتفاع بوته در والدهای نر شماره ۵ و ۱۵ و کمترین ارتفاع بوته در والد نر ۷ مشاهده گردید (جدول ۳).

طول میانگره در والدهای نر شماره ۱، ۲ و ۵ بیشتر بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اگرچه والد شماره ۱۵ بیشترین ارتفاع بوته را داشت، اما طول میانگره آن حداکثر نبود که بیانگر وجود تعداد گره بیشتر در این لاین است که این در مورد والد شماره ۵ برعکس بود. بر اساس نتایج حاصل، بیشترین و کمترین تعداد روز تا گلدهی نیز به ترتیب در والدهای نر شماره ۱ و ۲ بدست آمد. بنابراین والدین نر ذکر شده با بیشترین مقادیر صفات، دارای قدرت ترکیب‌پذیری عمومی بالاتری بودند (جدول۳).

در آزمایش دوم بین والدهای نر خیار از نظر صفات عرض برگ و طول میانگره در سطح احتمال یک درصد و از نظر صفات قطر ساقه و روز تا گلدهی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس برای برخی صفات رویشی لاین‌های اینبرد خیار در آزمایش اول و دوم

Table 2. analysis of variance of for some of vegetative traits cucumber inbred lines in first and second experiment

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	روز تا گلدهی Days to flowering	طول میانگره Internode lenght	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع بوته Plant height	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length
			First experiment آزمایش اول					
Block	بلوک	2	0.47^{ns}	0.69^{ns}	0.36^{ns}	130.50^{ns}	0.56^{ns}	3.35^{ns}
Male	نر	6	89.18**	2.00**	10.17^{ns}	342.48*	8.41^{ns}	4.73^{ns}
Female (male)	ماده (نر)	19	25.15*	0.41^{ns}	10.42**	120.12^{ns}	13.81**	9.70**
Error	خطای آزمایش	50	12.85	0.30	0.086	67.44	1.81	2.05
			Second experiment آزمایش دوم					
Block	بلوک	2	22.15^{ns}	0.02^{ns}	2.76^{ns}	19.47^{ns}	0.01^{ns}	1.40^{ns}
Male	نر	6	94.09*	1.59**	13.71*	277.28^{ns}	47.45**	25.09^{ns}
Female (male)	ماده (نر)	19	25.96**	0.32^{ns}	4.13**	174.65**	4.55**	3.90**
Error	خطای آزمایش	50	11.05	0.25	0.56	42.33	1.92	1.15

* و**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

* and** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات رویشی لاین‌های اینبرد نر خیار در آزمایش اول
Table 3. Mean comparison of some vegetative traits of cucumber male inbred lines in the first experiment

والد نر Male parent	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode length (cm)	روز تا گلدهی Days to flowering
1	88.99abc	7.15a	55.75a
2	103.88ab	6.90a	48.50c
5	105.88a	7.12a	54.00ab
7	90.88c	6.00c	50.00bc
10	93.88bc	6.25bc	49.12bc
13	99.88abc	6.68ab	52.87abc
15	105.88a	6.60abc	49.83bc

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using LSD Test.

به‌طوری‌که والدهای نر ۱۳ و ۲ به ترتیب سبب بیشترین و کمترین عرض برگ شدند. طول میانگره در والدین نر ۱، ۲ و ۱۳ بیشتر بود. تعداد روزتا گلدهی نیز در تمام والدین نر تقریباً یکسان بود. در مجموع از نظر صفات رویشی تفاوت زیادی بین لاین‌های نر مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۴).

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات رویشی

بررسی اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات رویشی در آزمایش اول نشان داد که برای ارتفاع بوته، طول میانگره و تعداد روز تا گلدهی مقدار واریاس افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت برآورد شد (جدول ۵). اما برای طول و عرض برگ و قطر ساقه واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی محاسبه شد. میزان وراثت‌پذیری عمومی از ۲۰/۶۱ تا ۶۸/۱۸ درصد به ترتیب برای عرض برگ و طول میانگره و دامنه وراثت‌پذیری خصوصی از صفر برای طول و عرض برگ و قطر ساقه تا ۵۹/۰۴ درصد برای طول میانگره متغیر بود. درجه غالبیت نیز برای سه صفت طول و عرض برگ و قطر ساقه، صفر و برای سایر صفات از ۰/۵۵ (طول میانگره) تا ۱/۴۲ (طول به عرض برگ) متغیر بود (جدول ۵).

در آزمایش دوم برای طول و عرض برگ، طول میانگره و روز تا گلدهی واریانس افزایشی بیش از واریانس غالبیت برآورد شد. در مقابل برای ارتفاع بوته واریانس غالبیت بیش از واریانس افزایشی بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی از ۲۹/۱۴ درصد برای ارتفاع بوته تا ۷۶/۴۲ درصد برای طول میانگره متغیر بود. بیشترین و کمترین میزان وراثت‌پذیری خصوصی نیز به ترتیب برای طول میانگره

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات رویشی لاین‌های نر اینبرد خیار در آزمایش دوم
Table 4. Mean comparison of some vegetative traits of cucumber male inberd lines in the second experiment

والد نر Male parent	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode length (cm)	روز تا گلدهی Days to flowering
1	33.64ab	12.16a	7.05a	54.25a
2	31.29c	9.28b	7.13a	51.16ab
3	29.27d	11.62a	6.40b	47.37b
4	32.50bc	11.83a	6.37b	55.25a
10	33.55ab	12.74a	6.50b	52.83a
13	35.19a	11.76a	7.15a	51.75ab
24	34.34ab	12.93a	6.37b	55.37a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.
Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using LSD Test.

(۶۸/۰۹ درصد) و ارتفاع بوته (۷/۵۲ درصد) مشاهده شد. درجه غالبیت نیز از ۰/۴۹ (طول میانگره) تا ۲/۳۹ (ارتفاع بوته) متغیر بود (جدول ۶).

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات زایشی و عملکرد میوه

تجزیه واریانس داده‌ها برای برخی صفات زایشی در آزمایش اول نشان داد که بین والدهای نر خیار از نظر سفتی بافت میوه در سطح احتمال پنج درصد و از نظر قطر میوه، طول دوره میوه‌دهی، تعداد کل میوه، عملکرد کل و میانگین عملکرد در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷). بیشترین و کمترین قطر میوه به ترتیب در والدهای نر شماره ۷ و ۲ مشاهده گردید (جدول ۸).

سفتی بافت میوه نیز در والدهای نر ۵ و ۷ بیشتر بود که تفاوت معنی‌داری با والدهای نر ۱ و ۱۰ نداشت. در والدهای نر شماره ۲، ۱۳ و ۱۵، سفتی بافت میوه حداقل بود و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. طول دوره میوه‌دهی نیز در والد نر شماره ۱۰ حداکثر و در والد نر شماره ۱، حداقل بود و در والدهای شماره ۷، ۱۳ و ۱۵ و نیز والدهای شماره ۲ و ۵ تفاوت معنی‌داری ازنظر طول دوره میوه‌دهی وجود نداشت. حداکثر تعداد کل میوه در والد نر شماره ۷ و حداقل آن در والد نر ۵ مشاهده شد (جدول ۸).

از نظر برخی صفات مرتبط با عملکرد در آزمایش اول، والد نر شماره ۷ و ۱۵ سبب حصول عملکرد کل بیشتر گردید که با والدهای نر شماره ۲ و ۱۳ تفاوت معنی‌داری نداشت. در والدهای نر شماره ۱، ۵ و ۱۰، عملکرد کل کمتر بود (جدول ۸). همانطور که نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد، والدهای شماره ۷ و ۱۵ میزان صفات زایشی و عملکرد میوه بیشتری را دارا

جدول ۵- اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات رویشی در تلاقی‌های لاین‌های اینبرد خیار با استفاده از طرح کارولینای شمالی I در آزمایش اول

Table 5. Components of genetic variance, heritability and degree of dominance of some vegetative traits in crosses of cucumber inbred lines using North Carolina Design I in the first experiment

Parameter	پارامتر	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	طول میانگره Internode length	روز تا گلدهی Days to flowering
Additive variance	واریانس افزایشی	-0.56	-0.61	24.94	-0.03	0.18	7.18
Dominance variance	واریانس غالبیت	1.91	3.00	13.17	2.22	0.03	3.08
Phenotypic variance	واریانس فنوتیپی	6.08	11.61	63.26	9.45	0.30	21.20
Genetic variance	واریانس ژنتیکی	1.36	2.39	38.11	2.19	0.21	10.26
Broad-sense heritability	وراثت پذیری عمومی	22.34	20.61	60.25	23.16	68.18	48.39
Narrow-sense heritability	وراثت پذیری خصوصی	0.00	0.00	39.43	0.00	59.04	33.88
Degree of dominance	درجه غالبیت	0.00	0.00	1.03	0.00	0.56	0.93

جدول ۶- اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات رویشی در تلاقی‌های لاین‌های اینبرد خیار با استفاده از طرح کارولینای شمالی I در آزمایش دوم

Table 6. Components of genetic variance, heritability and degree of dominance of some vegetative traits in the crosses of cucumber inbred lines using North Carolina Design I in the second experiment

Parameter	پارامتر	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	طول میانگره Internode length	روز تا گلدهی Days to flowering
Additive variance	واریانس افزایشی	2.38	4.81	11.51	1.08	0.14	7.64
Dominance variance	واریانس غالبیت	0.69	0.66	33.08	0.89	0.02	3.73
Phenotypic variance	واریانس فنوتیپی	8.45	13.88	153.01	6.69	0.21	27.46
Genetic variance	واریانس ژنتیکی	3.06	5.47	44.59	1.97	0.16	11.37
Broad-sense heritability	وراثت پذیری عمومی	36.24	39.41	29.14	29.40	76.42	41.41
Narrow-sense heritability	وراثت پذیری خصوصی	28.12	34.68	7.52	16.07	68.09	27.83
Degree of dominance	درجه غالبیت	0.76	0.52	2.40	1.29	0.49	0.99

جدول ۷- تجزیه واریانس برای برخی صفات مربوط به میوه لاین‌های اینبرد نر خیاردر آزمایش اول و دوم

Table 7. Analysis of variance for some fruit- related traits of cucumber male inbred lines in the first and second experiments

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد میوه کل Total fruit yield	میانگین عملکرد میوه در هر برداشت Mean fruit yield per harvest	طول دوره میوه‌دهی Fruit production duration	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmness	قطر میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit length	تعداد کل میوه Total fruit number
			First experiment آزمایش اول						
Block	بلوک	2	388938.5^{ns}	496.1^{ns}	18.61^{ns}	0.02^{ns}	5.6n.s	0.04^{ns}	255.47^{ns}
Male	نر	6	109543000.3**	25866.2**	143.50**	1.51*	87.02**	11.71^{ns}	5970.91**
Female (male)	ماده (نر)	19	26305255.0**	5082.3**	21.39^{ns}	0.40**	19.53**	6.86**	1411.23**
Error	خطای آزمایش	50	2891315.0	823.9	19.63	0.12	6.08	1.11	166.83
			Second experiment آزمایش دوم						
Block	بلوک	2	10722.5^{ns}	2045.8^{ns}	7.00*	0.01^{ns}	0.54^{ns}	0.41^{ns}	473.88^{ns}
Male	نر	6	45168930.3$^{n.s}$	15220.0^{ns}	158.74**	0.56^{ns}	19.79^{ns}	1.32^{ns}	8169.15$^{n.s}$
Female (male)	ماده (نر)	19	35347185.4**	8367.3**	35.55**	0.23**	17.12**	1.73**	4566.89**
Error	خطای آزمایش	50	1727292.3	1077.4	0.83	0.005	3.05	0.08	455.36

* و**: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns: غیر معنی‌دار.

* and** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

جدول ۸- مقایسه میانگین برخی صفات مربوط به میوه و عملکرد میوه لاین‌های اینبرد نر خیار در آزمایش اول

Table 8. Mean comparison of fruit related traits and fruit yield of cucumber male inbred lines in the first experiment

والد نر Male parent	قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)	سفتی بافت میوه (کیلوگرم) Fruit tissue firmness (kg)	طول دوره میوه‌دهی (روز) Fruit production duration (day)	تعداد کل میوه Total fruit number	عملکرد میوه کل (گرم) Total fruit yield (g)	میانگین عملکرد میوه در هر برداشت (گرم) Mean fruit yield per harvest (g)
1	28.71bcd	6.06ab	54.50c	158.50bc	12682b	259.39d
2	25.49d	5.50b	59.87b	191.38ab	16897ab	311.04bcd
5	31.78abc	6.25a	59.62b	146.75c	14501b	291.97bcd
7	33.23a	6.40a	64.17ab	213.67a	20556a	357.72ab
10	31.12abc	6.07ab	64.50a	154.38bc	14087b	270.15cd
13	28.04cd	5.58b	61.75ab	171.00bc	17695ab	333.54bc
15	32.70ab	5.48b	63.83ab	187.50ab	21183a	401.35a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using LSD Test.

بودند. بنابراین قدرت ترکیب‌پذیری این دو لاین بیشتر از سایر لاین‌ها می‌باشد و می‌توانند در تولید هیبرید مورد توجه قرار گیرند.

در آزمایش دوم، والدهای نر خیار از نظر صفات طول دمگل در سطح احتمال پنج درصد و از نظر صفات طول دوره میوه‌دهی و تعداد میوه در گره در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۹). بر همین اساس، بیشترین و کمترین طول دمگل به ترتیب مربوط به والدهای نر ۲۴ و ۴ بود. طول دوره میوه‌دهی نیز در والدهای ۱۰ و ۱ به ترتیب طولانی‌ترین و کوتاهترین بود. بیشترین تعداد میوه در گره در والد نر ۳ و کمترین آن در والدهای نر ۱ و ۲۴ مشاهده شد. در مجموع بین لاین‌های مورد بررسی، طول دوره میوه‌دهی تنوع بیشتر و طول دمگل و میانگین تعداد میوه در گره تنوع کمتری نشان داد (جدول ۹).

جدول ۹- مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نر خیار برخی صفات مربوط به میوه در آزمایش دوم

Table 9. Mean comparison of some fruit related traits of cucumber male inbred lines in the second experiment

والد نر Male parent	طول دمگل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)	طول دوره میوه‌دهی (روز) Fruit production period (day)	میانگین تعداد میوه در گره Average number of fruits per node
1	4.16ab	50.62d	3.64abc
2	4.00abc	55.00bcd	4.29ab
3	4.07ab	52.62cd	4.29ab
4	3.26c	55.75bcd	4.25ab
10	3.51bc	61.83a	2.99c
13	4.00abc	58.87ab	3.43bc
24	4.41a	58.12abc	4.47a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using LSD Test.

برآورد پارامترهای ژنتیکی برای برخی صفات زایشی و عملکرد

بر اساس اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات مرتبط با میوه در تلاقی لاین‌های اینبرد خیار در آزمایش اول، میزان واریانس افزایشی دارای دامنه‌ای از ۰/۰۳ برای صفت طول دمگل و ۹۳۳۷۴۴۸ برای صفت عملکرد کل متغیر بود (جدول ۱۰). برای صفات قطر میوه، طول دوره میوه‌دهی و میانگین عملکرد به ازای هر برداشت واریانس افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت بود.

برای صفات طول دمگل، طول میوه و تعداد میوه در هر برداشت واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی برآورد شد. کمترین

جدول ۱۰- اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات زایشی مربوط به میوه در تلاقی‌های لاین‌های اینبرد خیار با استفاده از طرح I کارولینای شمالی در آزمایش اول

Table 10. Components of genetic variance, heritability and degree of dominance of some fruit related traits and fruit yield in crosses of cucumber inbred lines using North Carolina Design I in the first experiment

Parameter	پارامتر	طول دمگل Peduncle length	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmenss	طول دوره میوه‌دهی Fruit production duration	تعداد کل میوه Total fruit number	میانگین تعداد میوه در هر برداشت Fruit number per harvest	عملکرد میوه کل Total fruit yield	میانگین عملکرد میوه در هر برداشت Mean fruit yield per harvest
Additive variance	واریانس افزایشی	0.03	0.54	7.57	0.12	13.70	511.50	0.05	9337448	2332
Dominance variance	واریانس غالبیت	0.14	1.44	3.36	0.07	2.01	311.10	0.07	5853485	1065
Phenotypic variance	واریانس فنوتیپی	0.31	7.48	30.42	0.56	32.36	2718.56	0.39	50653474	10561
Genetic variance	واریانس ژنتیکی	0.17	1.98	10.93	0.20	15.71	822.60	0.11	15190932	3396
Broad-sense heritability	وراثت پذیری عمومی	54.66	26.48	35.94	34.71	48.56	30.26	29.31	29.99	32.16
Narrow-sense heritability	وراثت پذیری خصوصی	11.05	7.27	24.89	22.03	42.33	18.81	11.62	18.43	22.08
Degree of dominance	درجه غالبیت	2.81	2.30	0.94	1.07	0.54	1.10	1.75	1.12	0.96

وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای طول میوه مشاهده گردید. این در حالی است که بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به‌ترتیب مربوط به طول دمگل و طول دوره میوه‌دهی بود. بیشترین و کمترین درجه غالبیت نیز با مقادیر ۰/۵۴ تا ۲/۸۱ به ترتیب مربوط به طول دوره میوه‌دهی و طول دمگل بود (جدول ۱۰).

در آزمایش دوم برای برخی صفات مرتبط با میوه و عملکرد از جمله طول میوه، قطر میوه، سفتی بافت میوه، تعداد کل میوه، عملکرد کل و میانگین عملکرد، مقدار واریانس غالبیت بیشتر از واریانس افزایشی برآورد شد. میزان وراثت‌پذیری عمومی نیز از ۱۹/۷۴ درصد تا ۳۵/۰۱ درصد به ترتیب برای طول میوه و طول دمگل متغیر بود (جدول ۱۱). دامنه وراثت‌پذیری خصوصی نیز از ۰/۰۰ برای صفت طول میوه تا ۱۸/۹۹ درصد برای طول دمگل متغیر بود. درجه غالبیت نیز برای طول میوه حداقل و برای قطر میوه حداکثر (۴/۸۳) بود (جدول ۱۱).

بررسی صفات مختلف در نتاج تلاقی‌های متفاوت (۵۲ هیبرید) نشان داد که والدهای نر ۱، ۲ و ۱۳ سبب افزایش میزان صفات رویشی در هر دو آزمایش شدند. بنابراین قدرت ترکیب‌پذیری عمومی این لاین‌ها با والدین ماده متفاوت بیشتر از سایر لاین‌های نر مورد مطالعه بود. بررسی اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت در این آزمایش نشان داد که در بین صفات موردمطالعه، واریانس افزایشی برای ارتفاع بوته و روز تا گلدهی بالا بود. در مقابل واریانس افزایشی صفات طول میانگره و قطر ساقه پائین و کمتر از یک بود. نتایج مشابهی در آزمایش دوم بدست آمد که نتایج حاصل از آزمایش اول را تأیید کرد.

در آزمایش دوم برخلاف طول میانگره، ارتفاع بوته و روز تا گلدهی دارای واریانس افزایشی بالایی بودند. با توجه به بالا بودن واریانس افزایشی این دو صفت احتمال انتخاب موفقیت‌آمیز برای این دو صفت در جمعیت‌های حاصل از تلاقی وجود دارد. از طرف دیگر پائین بودن واریانس افزایشی و در نتیجه وراثت‌پذیری خصوصی صفات می‌تواند ناشی از پراکنش ژن‌ها در والدها باشد. چراکه اگر برخی از والدها دارای ژن‌های افزایش دهنده صفت موردنظر و سایر والدین دارای ژن‌های افزایش دهنده صفت دیگری باشند، در آن صورت واریانس افزایشی کم برآورد می‌شود (Kearsey and Pooni, 1996).

در برخی موارد واریانس افزایشی منفی بود. واریانس افزایشی به خودی خود هرگز منفی نمی‌شود، اما با توجه به اینکه در مطالعات قدرت ترکیب‌پذیری لاین‌های اینبرد، میزان واریانس از طریق فرمول‌های امید ریاضی برآورد می‌شود، بنابراین همواره احتمال خطا برای این محاسبات وجود دارد. گزارش شده است که علاوه بر خطاهای محاسباتی، انتخاب نوع طرح آزمایشی،

جدول ۱۱- اجزای واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری و درجه غالبیت برخی صفات مربوط به میوه در تلاقی‌های لاین‌های اینبرد خیار با استفاده از طرح کارولینای شمالی I در آزمایش دوم

Table 7. Components of genetic variance, heritability and dominance degree of some fruit related traits in the crosses of cucumber inbred lines using North Carolina Design I in the second experiment

Parameters	پارامترها	طول دمگل Peduncle length	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmenss	طول دوره میوه‌دهی Fruit production duration	تعداد کل میوه Total fruit number	میانگین تعداد میوه در هر برداشت Fruit number per harvest	عملکرد میوه کل Total fruit yield	میانگین عملکرد میوه در هر برداشت Mean fruit yield per harvest
Additive variance	واریانس افزایشی	0.13	-0.05	0.30	0.04	13.82	404.10	0.26	1101784	768.75
Dominance variance	واریانس غالبیت	0.11	0.41	3.52	0.06	8.68	1027.88	0.19	8404973	1822.47
Phenotypic variance	واریانس فنوتیپی	0.68	1.86	15.30	0.38	78.51	5734.69	1.51	43162214	10033.67
Genetic variance	واریانس ژنتیکی	0.24	0.37	3.82	0.10	22.50	1431.98	0.45	9506757	2591.22
Broad-sense heritability	وراثت پذیری عمومی	35.02	19.74	24.94	24.99	28.66	24.97	30.10	22.03	25.83
Narrow-sense heritability	وراثت پذیری خصوصی	18.99	0.00	1.96	9.74	17.60	7.05	17.34	2.55	7.66
Degree of dominance	درجه غالبیت	1.30	0.00	4.84	1.77	1.12	2.26	1.21	3.91	2.18

تعـداد ناکـافی نمونـه‌ها، عـدم انتخـاب روش صحیح نمونه‌برداری و خطای بالا بین تکرارها می‌تواند سبب منفی شدن واریانس افزایشی شود (Roy, 2000).

نتایج مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نر خیار ازنظر برخی صفات مرتبط با میوه نشان داد که والد نر ۷ دارای بیشترین قطر، تعداد و سفتی بافت میوه بود و به‌طور کلی، در والدهای ۱۳، ۲۴ و ۳ میزان صفات مرتبط با میوه بیشتر مشاهده گردید. همچنین میزان وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی صفات مرتبط با میوه در آزمایش دوم به ترتیب بین ۱۸/۹۹-۰/۰۰ درصد و ۳۵/۰۱-۱۹/۷۴ درصد متغیر بود. در بررسی وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت میوه خیار در طرح‌های کارولینای شمالی گزارش شده است که میزان وراثت‌پذیری خصوصی صفات مربوط به کیفیت میوه بین صفر تا ۰/۳۰ متغیر بود (Strefeler and Wehner, 1986).

باتوجه به این که بخش عمده خیار تولید شده درداخل کشور مصرف می‌شود و سرانه مصرف آن به دلیل مصرف تازه‌خوری به عنوان یک میوه رومیزی چند برابر میانگین سرانه دنیاست، بنابراین خصوصیات کیفیت میوه آن بسیار موردتوجه است. پیشرفت‌های بسیار خوبی در چند دهه گذشته برای افزایش عملکرد، مقاومت به بیماری‌ها، حذف تلخی و بهبود کیفیت ظاهری خیار بدست آمده است. به نظرمی‌رسد برای اصلاح ارقام جدید خیار و تولید هیبریدهای برتر داخلی باید به پتانسیل‌های کیفیت و ارگانولپتیکی میوه شامل تردی و سفتی بافت میوه، عطر و مزه آن نیز توجه کرد (Aliabadi *et al.,* 2012).

سفتی بافت میوه خیار توسط دو عامل سفتی گوشت میوه و حفره بذری (درون‌بر) کنترل می‌شود. در مطالعات پیشین برای پیش‌بینی موفقیت گزینش، واریانس ژنتیکی افزایشی بزرگی برای سفتی بافت میوه گزارش شده است. این در حالی است که نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که واریانس افزایشی سفتی بافت میوه خیار بین ۰/۱۲-۰/۰۳ می‌باشد. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای سفتی بافت میوه خیار در آزمایش اول به ترتیب ۳۴/۷۱ درصد و ۲۲/۰۲ درصد و در آزمایش دوم به ترتیب ۲۴/۹۸ درصد و ۹/۳۷ درصد بود. در مطالعه‌ای، توارث‌پذیری سفتی بافت میوه خیار در یک دوره چهارساله مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که سفتی بافت میوه، صفتی قابل توارث است که دارای اثر افزایشی می‌باشد (Cook *et al.,* 1994; Peterson *et al.,* 1977).

نتایج حاصل از آزمایش اول نشان داد که میانگین تعداد کل میوه دارای واریانس افزایشی و درجه غالبیت بالایی بود. نتایج مشابهی در آزمایش دوم مشاهده شد که نتایج آزمایش اول را تأیید کرد. بالا بودن میزان واریانس افزایشی برای تعداد میوه می‌تواند برتری نتاج نسبت به والدین را نشان دهد. برخلاف نتایج حاصل از این آزمایش، گزارشاتی وجود دارد که براساس

آن نسل F1 حاصل از تلاقی لاین‌های اینبرد خیار، ازنظر کلیه صفات بجز وزن و تعداد میوه در بوته نسبت به والدین برتر بودند تعداد میوه از واریانس افزایشی پائینی برخوردار بود (Chankra-chang, 1984).

البته نتایج حاصل از این پژوهش گواه برتری و بالا بودن واریانس افزایشی طول دوره میوه‌دهی و قطر میوه بود که این نتایج با نتایج پژوهشی بر روی لاین‌های اینبرد خیار مطابقت دارد (Smith *et al*., 1978). در برخی مطالعات بر روی لاین‌های اینبرد خیار میزان درجه غالبیت سفتی بافت میوه خیار و قطر میوه به ترتیب ۲/۲۳ و ۹/۳۹ گزارش شده است (Aliabadi *et al.,* 2012). نتایج حاصل از آزمایش حاضر نشان داد که میزان درجه غالبیت سفتی بافت میوه و قطر میوه به‌ترتیب ۱/۰۷ و ۰/۹۴ بود.

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش واریانس افزایشی و وراثت‌پذیری خصوصی برای صفت طول میوه پایین بود. رای و همکاران (Rai *et al*., 2018) با بررسی پارامترهای ژنتیکی خیار، هر دو اثر افزایشی و غالبیت را در کنترل صفات طول و قطر میوه مؤثر دانستند. بنابراین به نظر می‌رسد روش به‌نژادی انتخاب دوره‌ای برای بهبود این صفات مناسب باشد. از طرف دیگر میزان وراثت‌پذیری عمومی این صفت بالا بود که بالا بودن وراثت‌پذیری عمومی و پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی می‌تواند ناشی از بالا بودن واریانس غالبیت صفت موردنظر باشد (Hallauer and Miranda, 1988).

مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نر خیار ازنظر صفات مرتبط با عملکرد در آزمایش اول نشان داد که والد نر ۷ و ۱۳ سبب حصول عملکرد میوه کل شدند. حداکثر و حداقل میانگین عملکرد میوه نیز به ترتیب در والدهای ۱۵ و ۱ مشاهده شد. نتایج مشابهی در آزمایش دوم بدست آمد. به‌طوری که بیشترین میزان عملکرد میوه کل در آزمایش دوم در تلاقی‌های با والد نر ۱۳ مشاهده شد. عملکرد میوه در تمام تلاقی‌های حاصل از لاین‌های نر ۱ و ۱۰ در آزمایش اول و دوم پایین بود. عملکرد محصول یک صفت کمی پیچیده و تحت کنترل تعداد زیادی ژن است. بنابراین آگاهی داشتن از عمل ژنهای درگیر در این صفت، پیش نیاز گزینش روش بهنژادی مناسب و در نهایت بهبود محصول مورد نظر از لحاظ عملکرد، کیفیت و صفات وابسته به آن می‌باشد (Govind, 2017).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در هر دو آزمایش عملکرد میوه از واریانس افزایشی بالایی برخوردار بود که احتمالاً با توجه به بالا بودن واریانس افزایشی آن و از طرف دیگر میزان وراثت‌پذیری این صفت در لاین‌های اینبرد خیار، بتوان گزینش مناسبی بر اساس عملکرد میوه خیار در بین لاین‌های اینبرد انجام داد (Bassi *et al*., 1996). میزان وراثت‌پذیری خصوصی صفات مرتبط با عملکرد به‌ویژه در آزمایش دوم نسبت به

وراثت‌پذیری عمومی پائین‌تر بود که علت این امر بالا بودن وراایانس غالبیت صفات مرتبط با عملکرد میوه به‌ویژه در آزمایش دوم بود که با نتایج ردی و همکاران در نوعی ملون مطابقت داشت (Reddy *et al*., 2013).

به‌طور کلی در هر دو آزمایش درجه غالبیت در صفات کیفی، تعداد میوه و عملکرد میوه بیشتر از این صفات رویشی و اندازه میوه بود. بالا بودن درجه غالبیت برای بسیاری از صفات موردمطالعه حاکی از آن است که صفات در شرایط فوق غالبیت قرار دارند که احتمالاً علت این امر، پیوستگی ژن‌ها در حالت جفت می‌باشد که به آن فوق غالبت کاذب اطلاق می‌شود (Rezaie and Amiri, 1998). همچنین با مقایسه نتایج بسیاری از مطالعات،مشخص شده است که اثر فوق غالبیت ژن‌ها به‌ویژه در توارث عملکرد و سایر صفات مرتبط با آن وجود نداشته و این غالبیت و فوق غالبیت از نوع کاذب می‌باشد (Stuber and Moll, 1974).

نتیجه‌گیری

در مجموع و با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که نتایج آزمایش دوم به‌خوبی نتایج آزمایش اول را تأیید کرد و مشخص شد که وراثت‌پذیری خصوصی برای صفات رویشی و فنولوژیکی (به‌استثنای طول میانگره و روز تا گلدهی) تا حدودی پایین بود. این در حالی است که این صفات از توارث‌پذیری عمومی تقریباً بالایی برخوردار بودند که این امر در نتیجه بالا بودن واریانس غالبیت بود.

پایین بودن واریانس افزایشی برای صفات رویشی (به‌استثنای طول دوره رویشی) احتمالاً سبب می‌شود تا انتخاب بر اساس این صفات در جمعیت‌های حاصل از تلاقی چندان موفقیت‌آمیز نباشد. این در حالی است که در بسیاری از صفات مرتبط با میوه از قبیل قطر میوه و سفتی بافت میوه و همچنین تعداد میوه و عملکرد میوه واریانس افزایشی و توارث‌پذیری خصوصی بالا بود و امکان انتخاب موفقیت‌آمیز بر اساس این صفات بیشتر می‌باشد.

بنابراین در میان لاین‌های اینبرد نر موردمطالعه، لاین‌های ۷، ۱۳، ۱۵ و ۲۴ سبب افزایش صفات موردنظر به‌ویژه صفات مربوط به میوه و عملکرد میوه شدند. با توجه به برآوردهای ژنتیکی که انجام شد به نظر می‌رسد می‌توان از صفات مربوط به میوه و همچنین تعداد میوه و عملکرد میوه برای انتخاب موفقیت‌آمیز در برنامه‌های به‌نژادی خیار استفاده کرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) و شرکت نگین بذرپاش که هزینه‌ها و امکانات لازم را برای اجرای این پروژه تحقیقاتی فراهم کردند تشکر و سپاسگزاری می‌کنند.

References

Acquaah, G. 2012. Principles of plant genetics and breeding. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford. 740pp.

Aliabadi, E., Amiri, R., and Lotfi, M. 2012. Inheritance of traits affecting flavor in cucumber and introduction of the best index for flavor breeding. Seed and Plant Improvement Journal 28 (1): 1-15 (in Persian).

Arshi, Y. 2000. Genetic improvement of vegetables. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 725pp (in Persian).

Bassi, D., Bartolozzi, F., and Muzzi, E. 1996. Patterns and heritability of carboxylic acids and soluble sugars in fruits of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Plant Breeding 115 (1): 67–70.

Cook, K. L., Baggett, J. R., and Gabert, A. C. 1994. Inheritance of fruit firmness ingenetically parthenocarpic pickling cucumbers. Cucurbit Genetics CooperativeReport 17: 35-37.

De la Vega, A. J., and Chapman, S. C. 2006. Multivariate analysis of display interactionbetween environment and general or specific combining ability in hybrid crops. Crop Science 46: 957-967.

Ene, C. O., Ogbonna, P. E., Agbo, C. U., and Chukwudi, U. P. 2018. Heterosis and combining ability in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Information Processing in Agriculture. (in Press).

Farzane, A., Nemati, H., Arouiee, H., and Mirshamsi Kakhki, A. 1392. Genetic analysis of traits associated with yield and earliness in nine tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) lines using diallel crossing method. Seed and Plant Improvement Journal 29 (4): 693-710 (in Persian).

Govind, D. W. 2017. Studies on heterosis and combining ability in ridge ground (*Luffa acutungula L.*). M. Sc. Thesis. Marathwada Agricultural University. Parbhani, India

Haji-Pourbagheri, A. S., Nematzadeh, G. h., Peighambari, S. A., and Noruzi, M. 2005. Evaluation of combining and gene effects in rice lines and varieties using line × tester analysis. Iranian Journal of Agricultural Science 36 (4): 953-947 (in Persian)

Horejsi, T., and Staub, J.E. 1999. Genetic variation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) as assessed by random amplified polymorphic DNA. Genetic Resources and Crop Evolution 46: 337-350.

Kanobdee, J., Lavapaurya, T., Subhadrabandhu, S., and Srinives, P. 1990. Combining ability of yield and yield components in pickling cucumber. Kasetsart Journal 24: 102-107.

Kearsey, M. J. and Pooni. H. S. 1996. The genetical analysis of quantitative traits. 1st Edition. Chapman and Hall, London, UK. 394pp.

Kumar, S., Kumar, R., Kumar, D., Gautam, N., Singh, N., Parkash, C., Dhiman, M. R., and Shukla, Y. R. 2017. Heterotic potential, potence ratio, combining ability and genetic control of yield and its contributing traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 45 (3): 175-190.

Kumar, S., Kumar, R., andDogra, R. K. 2018. Heterotic potential, potence ratio, combining ability and genetic control of seed vigour traits for yield improvement in cucumber (*Cucumis sativus*). Indian Journal of Agricultural Sciences 88 (5): 771-778.

Mather, K., and Jinks, J. L. 1982. Biometrical genetics. Cambridge University press. Great Britain, 396pp.

Moradipour, F., Olfati, J. A., Hamidoghli, Y., Sabouri, A., and Zahedi, B. 2017. General and specific combining ability and heterosis for yield in cucumber fresh market lines. International Journal of Vegetable Science 23 (4): 285-293.

Olfati, J., Peyvast, G., Samizadeh Lahiji, H., Rabie, B., and Khodaparast, S. 2012. General and specific combining ability and heterosis estimation of some cucumber lines for qualitative traits in partial diallel design. Journal of Horticulture Science 26 (4): 350-357 (in Persian)

Reddy, B. P. K., Begum, H., Sunil, N., Reddy, M. T., Babu, J. D., and Reddy, R. S. K. 2013. Correlation and path coefficient analysis in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Suranaree Journal of Science and Technology 20 (2): 135-149.

Rezaie, A. M., and Amiri, R. 1998. The necessity of considering the assumptions of genetic model in diallel analysis. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources 1: 63- 45.

Rai, P. S., Mulge, R., Kulkarni, M. S., Allolli, T. B., Hegde, N. K. and Prabhuling, G. 2018. Gene effects for fruit yield and its component traits in cucumber (*Cucumis sativus L.*). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7 (6): 193-198.

Strefeler, M. S., and Wehner,T. C. 1986. Comparison of six methods of multiple trait selection for fruit yield and quality traits in three fresh-market cucumber populations. Journal of the American Society for Horticulture Science 111: 792-798.

Stuber, C. W., and Moll, R. H. 1974. Epistasis in maize (*Zea mays* L.): IV. Crosses among lines selected for superior intervariety single cross performances. Crop Science 14: 314-317.

Wahid, M. M., Medany, M. A., and Abou-Hadid, A. F. 2003. Diallel analysis for yield and vegetative characteristics in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under low temperature conditions. Acta Horticulture 598: 279-287.